

Procédé d'augmentation de la précision du contrôle de la trajectoire du produit dans une machine à planer à rouleaux imbriqués et installation de planage permettant la mise en œuvre du procédé.

5

L'invention a pour objet un procédé d'augmentation de la précision du contrôle de la trajectoire du produit dans une machine à planer à rouleaux imbriqués et l'installation de planage permettant la mise en œuvre du procédé.

Pour le planage des produits plats et, en particulier, des bandes
10 métalliques laminées, on utilise souvent une planeuse à multi-rouleaux comprenant deux équipages de planage portant chacun une série de rouleaux à axes parallèles et placés, respectivement, au dessus et en dessous de la bande, les rouleaux étant décalés longitudinalement et verticalement de façon à s'imbriquer en déterminant un trajet ondulé de la bande qui est ainsi soumise à
15 des effets de traction-flexion dans des sens alternés.

Le fonctionnement d'une telle machine a fait l'objet d'approches théoriques avancées. Ces théories du planage s'appuient sur le calcul des courbures maximales de la tôle dans la planeuse, ces courbures engendrent une plastification de la matière dans l'épaisseur du produit qui conditionne le
20 détensionnement des contraintes dans la largeur et l'épaisseur. Toute planeuse peut être décomposée en deux zones dont les fonctions sont très différentes mais complémentaires et interactives. La zone d'entrée, qui comprend les trois ou quatre premiers rouleaux est une zone de plastification importante dans laquelle on élimine les défauts visuels de planéité tels que les bords longs ou le
25 centre long, les défauts « quart de bande » ainsi que toute répartition transversale hétérogène des contraintes longitudinales. La zone de sortie, qui comprend les trois ou quatre derniers rouleaux, a pour fonction de réduire les gradients des contraintes normales et transversales dans l'épaisseur pour assurer à la tôle un cintre et une tuile résiduels quasi nuls.

30 On sait établir des calculs théoriques performants permettant d'obtenir un résultat théorique précis et pouvant servir au préréglage des machines. Le principe est basé sur la décroissance progressive du taux de plastification. Ceci

ne peut être obtenu qu'avec des machines comportant un nombre suffisant de rouleaux planeurs et permettant un réglage adéquat de l'imbrication de chacun de ces rouleaux. Si la précision demandée pour les premiers rouleaux est relativement faible, car on recherche un taux de plastification élevé, celle
5 nécessaire au réglage des rouleaux de la zone de sortie est élevée, et ceci d'autant plus que les épaisseurs des tôles à planer sont plus fines. Il est donc souhaitable d'avoir des machines dont les rouleaux ont tous un réglage indépendant, qui soit d'une précision suffisante, fiable et répétitive.

Une installation de planage comprend donc, d'une façon générale, une
10 cage de soutien fixe, deux équipages de planage à rouleaux parallèles, placés respectivement au-dessus et en dessous de la bande et dont les rouleaux sont imbriqués de façon à déterminer un trajet ondulé de la bande et des moyens de réglage et de maintien de l'écartement desdits équipages par appui sur la cage fixe pour le réglage de l'imbrication des rouleaux, chaque équipage de planage
15 comportant une rangée de rouleaux actifs parallèles prenant appui sur un châssis de support par l'intermédiaire d'au moins une rangée de rouleaux d'appui et montés rotatifs, à leurs extrémités, chacun sur deux paliers définissant un axe de rotation perpendiculaire à la direction de défilement, lesdits paliers étant portés, respectivement, par deux pièces latérales solidaires
20 du châssis de support.

Le plus souvent l'équipage de planage inférieur est fixe en position, l'équipage supérieur pouvant se déplacer verticalement pour le réglage de l'imbrication. A cet effet, on utilise généralement quatre actionneurs mécaniques ou hydrauliques montés aux angles du châssis et permettant de
25 régler le niveau général de l'équipage réglable par rapport à l'équipage inférieur fixe et, par conséquent, l'imbrication des rouleaux. En outre, les actionneurs en entrée et en sortie peuvent être réglés différemment, ce qui permet de déterminer un basculement en général nécessaire à la réalisation des deux effets de planage établis par la théorie et exposés plus haut. Les actionneurs
30 peuvent aussi être réglés différemment d'un côté relativement à l'autre en introduisant un basculement latéral de manière à répartir correctement l'effet de planage sur la largeur du produit à planer.

Les efforts développés pour le planage sont très élevés, en particulier lorsque cette opération est réalisée sur une tôle forte après laminage à chaud et refroidissement accéléré, ou bien sur une tôle froide. On est donc amené à donner aux planeuses une structure aussi rigide que possible de façon à pouvoir contrôler les effets du planage. La déformation sous effort des différentes parties de la machine (encore appelée cédage) fausse la précision du contrôle de la position des rouleaux de planage, donc la valeur exacte de la courbure obtenue sur chaque rouleau. Le cédage global de la machine modifie le taux de plastification visé, donc risque en zone d'entrée de ne pas éliminer complètement les défauts de planéité, il modifie aussi le taux de décroissance de la plastification, donc la transition avec la zone de sortie et risque de ne pas éliminer les contraintes résiduelles comme prévu. De plus il peut se produire un cédage transversal, d'un côté sur l'autre, qui va modifier le taux de plastification en zone d'entrée et son homogénéité dans la largeur du produit, il peut même créer des défauts de planéité.

Pour palier à ces inconvénients on a réalisé des planeuses à contrôle hydraulique pour le déplacement de l'équipage de planage mobile, et aussi pour le contrôle individuel de chaque rouleau de planage, et on a associé un modèle de cédage basé sur les mesures d'effort et un calcul théorique des déformations de la machine sous effort, pour compenser ces déformations, comme dans le brevet de la requérante FR 2 732 913.

Mais toutes ces compensations sont entachées d'erreurs dues aux non linéarités du cédage de la machine et qui ont pour origine les frottements que l'on trouve entre les parties fixes et les parties mobiles de la machine. De plus le module de cédage d'une planeuse, même de conception robuste est de l'ordre de 100 t/mm par colonne, or l'effort de planage pour une tôle de 3 mètres de largeur peut être de 1000 tonnes à 2500 tonnes ce qui conduit à un cédage (sans compensation) de 2,5 mm à 5 mm. La précision demandée n'est pas très élevée dans la zone d'entrée de la machine et pourrait s'accommoder d'une simple compensation de cédage, il y aurait cependant le risque d'avoir des refus d'engagement du produit dans une machine réglée trop serrée par précaution. Par contre la précision nécessaire sur les courbures pour

l'élimination des contraintes résiduelles dans la zone de sortie exige une précision du contrôle de la position des rouleaux de quelques dixièmes de millimètres. Le contrôle de la zone de transition implique finalement d'avoir un contrôle précis sur pratiquement tous les rouleaux, d'autant plus que pour
5 certaines applications on va faire varier le pas des rouleaux maintenus rigidement en position de manière à augmenter la capacité de la planeuse, comme il est dit dans le brevet FR 2 732 913. Cela aura pour effet de déplacer la zone d'entrée et la zone de sortie et va donc contribuer aussi à une recherche d'une plus grande précision de contrôle de la position de tous les
10 rouleaux de la planeuse.

L'invention a donc pour but d'augmenter la précision du contrôle de ces machines et une machine équipée d'un nouveau dispositif de contrôle et permettant de résoudre l'ensemble de ces problèmes sans entraîner de complication ni de coût excessif des dispositifs utilisés.

15 La compensation des cépages est remplacée par un modèle en temps réel de pré réglage de la position des rouleaux de planage associé à une mesure directe de l'écartement des rouleaux actifs.

Dans un procédé selon l'invention, on installe un modèle théorique de pré réglage qui donne au moins une valeur de référence pour le pré réglage des
20 imbrications et on mesure directement au moins une valeur de l'écartement des rouleaux de planage, que l'on compare aux valeurs de référence et on agit sur les organes de réglage de la position des rouleaux de planage pour maintenir les valeurs mesurées égales aux valeurs de la référence de manière à maintenir la trajectoire du produit à planer à l'intérieur de la machine
25 conformément à l'ondulation prévue par le modèle pour réaliser le planage. En particulier on réalise deux mesures de la valeur de l'écartement des rouleaux de planage, une première à l'entrée de la machine et, respectivement, une seconde à la sortie de la machine, que l'on compare chacune de ces mesures à la valeur de référence donnée par le modèle pour les mêmes rouleaux,
30 respectivement à l'entrée et à la sortie de la machine et on agit sur les organes de réglage de la position des rouleaux de planage en entrée et respectivement en sortie de la machine pour maintenir la valeur mesurée égale à la valeur de la

référence de manière à réaliser la décroissance du taux de plastification prévue par le modèle pour réaliser le planage. Dans le procédé complet selon l'invention on réalise une mesure de la valeur de l'écartement de chacun des rouleaux de planage que l'on compare à chaque valeur de référence donnée
5 par le modèle et on agit sur les organes de réglage individuels de la position de chacun des rouleaux de planage pour maintenir la valeur mesurée égale à la valeur de la référence de manière à réaliser l'ondulation et la décroissance du taux de plastification prévues par le modèle pour réaliser le planage. Mais le contrôle de position nécessite de s'assurer qu'à des positions uniformes des
10 rouleaux de planage, données par des capteurs de position, correspondent des efforts de planage identiques. Il faut au préalable réaliser une sorte d'étalonnage de manière à ne pas dépendre du mode de montage des capteurs dans la machine et de la position de leur référence 'zéro'.

Dans un procédé selon l'invention on procède à un étalonnage, appelé
15 équinivelage des rouleaux actifs sur une tôle usinée plane d'épaisseur connue en modifiant de façon différentielle la position des rouleaux actifs par un basculement latéral d'un côté sur l'autre de manière à obtenir l'égalité des efforts de planage des deux côtés de la machine mesurés par les dispositifs de mesure. Dans un procédé plus élaboré de l'invention on réalise l'équinivelage
20 sur une tôle en défilement en modifiant de façon différentielle la position des rouleaux actifs par un basculement latéral d'un côté sur l'autre et que l'on procède à l'égalisation des moyennes des efforts enregistrés par les dispositifs de mesure de chaque côté pendant ledit défilement.

Dans une installation de planage à rouleaux parallèles selon l'invention
25 on dispose d'un dispositif permettant la mesure directe de la valeur de l'écartement des rouleaux de planage en au moins un point de façon à connaître la valeur exacte de l'imbrication par une mesure directe. L'installation comporte aussi, et toujours selon l'invention, un dispositif électronique permettant d'asservir l'écartement mesuré des rouleaux de planage à la valeur
30 théorique donnée par le modèle en agissant sur les dispositifs de réglage de l'imbrication. Dans une version améliorée de l'invention les dispositifs de réglage de l'imbrication sont à commande hydraulique.

Dans une autre disposition d'une installation de planage selon l'invention, l'installation est pourvue d'un dispositif permettant la mesure directe de la valeur de l'écartement des rouleaux de planage en au moins deux points, l'un situé dans la zone d'entrée de la machine et l'autre situé dans la zone de sortie.

- 5 Dans ce cas le dispositif électronique permet d'asservir l' écartement mesuré des rouleaux de planage situés dans la zone d'entrée de la machine et respectivement dans la zone de sortie à la valeur théorique donnée par le modèle pour l' écartement des rouleaux situés dans la zone d'entrée de la machine et respectivement dans la zone de sortie en agissant de manière
- 10 indépendante sur les dispositifs de réglage de l'imbrication des rouleaux de chacune des zones respectivement d'entrée et de sortie. Ces dispositifs sont, de manière préférentielle à commande hydraulique.

- Dans une disposition très améliorée de l'invention des dispositifs indépendants permettent la mesure directe de la valeur de l'écartement de
- 15 chaque paire de rouleaux actifs de planage de manière séparée. L'installation de planage à rouleaux parallèles comporte un moyen de réglage individuel de la position de chaque rouleau de planage et un dispositif électronique permettant d'asservir l'écartement mesuré de chacun des rouleaux de planage à la valeur théorique donnée par le modèle pour l'écartement de chacun de ces
- 20 rouleaux en agissant de manière indépendante sur leur dispositif de réglage de l'imbrication.

L'installation de planage comporte avantageusement un dispositif de réglage de l'imbrication de chaque rouleau à commande hydraulique.

- Dans une installation de planage à rouleaux parallèles selon l'invention
- 25 les dispositifs électroniques permettant d'asservir l'écartement mesuré des rouleaux de planage à la valeur théorique donnée par le modèle comportent un dispositif de réglage différentiel permettant de régler un basculement latéral des rouleaux d'un côté par rapport à l'autre et par rapport à la valeur de consigne, pour permettre un tarage du dispositif par un procédé d'équinivelage sur un tôle
- 30 usinée plane et d'épaisseur connue.

Mais l'invention sera mieux comprise par la description de certains modes de réalisation particuliers, donnés à titre d'exemple et représentés sur les dessins.

La figure 1 est une vue en élévation de l'installation, en coupe suivant son plan médian vertical parallèle à la direction de défilement, les équipages de planage étant en position ouverte.

La figure 2 est un schéma d'ensemble des circuits de commande des vérins.

Sur la figure 1 on a représenté la partie mécanique de l'ensemble d'une installation selon l'invention comprenant, d'une façon générale, une cage de soutien 1, un équipage de planage supérieur 2 et un équipage de planage inférieur 2' multi-rouleaux.

D'une façon générale, la cage de soutien fixe 1 comprend un sommier inférieur 11, deux montants latéraux placés de part et d'autre d'un plan médian longitudinal P de défilement de la bande 10 à planer et un sommier supérieur 14.

Chaque montant latéral est constitué d'une paire de colonnes écartées 12, 12', 13 (sur les figures, seules trois colonnes sont visibles). Ces colonnes et le sommier supérieur, formant généralement une dalle rigide, sont équipés de dispositifs variés connus en eux même et largement décrits dans l'art antérieur qui peuvent coopérer pour permettre un coulisement vertical du sommier 14 le long des quatre colonnes 12, 12', 13. Ce mouvement peut être mécanique mettant en œuvre des vis motorisées ou hydraulique comme représenté sur la figure 1. Dans ce cas on dispose de quatre vérins 3 installés au sommet de chaque colonne. Dans la disposition représentée chaque vérin est constitué d'un corps 31 fixé sur le sommier 14 et d'un piston 32 solidaire de la colonne. Le sommier inférieur 11 étant fixe, le sommier supérieur 14 peut donc se déplacer, sous l'action des quatre vérins 3, les pistons des vérins restant au même niveau. Les vérins 3 sont positionnés pour régler l'imbrication souhaitable des rouleaux par rapport à l'épaisseur de la tôle à planer de manière à réaliser l'ondulation déterminée par le modèle théorique. Ils exercent l'effort de planage pendant le passage du produit.

On peut aussi imaginer d'autres dispositions, comme celle comportant des pistons mobiles et des corps de vérins fixes, sans sortir du cadre de l'invention.

Chaque équipage de planage 2, 2' comprend une rangée de rouleaux actifs 4, 4' associés à une rangée de rouleaux d'appui 5, 5' l'ensemble étant porté par un châssis.

Chaque rouleau actif 4, 4' est monté rotatif sur deux paliers définissant son axe de rotation, il s'appuie sur un rouleau d'appui 5, 5' monté rotatif sur deux paliers d'extrémité.

Sur la représentation de la figure 1, les paliers d'extrémité 51 de l'équipage de planage supérieur 2 prennent appui sur le sommier supérieur par l'intermédiaire d'un organe de support 52. Dans une version plus élaborée de l'invention, cet organe de support peut comporter un dispositif de réglage qui permet de modifier de manière individuelle pour chaque rouleau actif son imbrication, dont la valeur globale est donnée par le positionnement du sommier de l'équipage de planage supérieur 2 à l'aide des vérins 3. Ces dispositifs de réglages peuvent être mécaniques, comme par exemple un système à coins, ou bien peuvent être constitués par une rangée de vérins hydrauliques comme dans le brevet FR 2 732 913. Dans ce cas il sera possible, en plus du réglage individuel de l'imbrication, d'obtenir par le réglage différentiel des vérins d'une même rangée, un effet de cambrage des cylindres actifs de manière à mieux répartir l'effet de planage sur la largeur de la bande à planer.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention on dispose au moins un capteur 6 permettant de mesurer en permanence la valeur absolue de l'écartement des cylindres actifs 4, 4', de manière indépendante de la déformation des colonnes et de l'ensemble de la machine, installé par exemple entre les équipages de planage supérieur 2 et inférieur 2'. Dans la représentation de la figure 1 on a représenté deux capteurs 6 et 6' l'un à l'entrée de la machine et l'autre dans la zone de sortie de manière à pouvoir contrôler plus précisément la variation du taux de plastification ainsi que cela a été décrit dans l'exposé général du problème.

Dans un mode de réalisation particulier de l'invention, et pour une utilisation plus large de toutes les possibilités de la machine, on pourra installer un capteur permettant de mesurer individuellement l'écartement de chaque paire 4, 4' de rouleaux actifs.

5 Les capteurs peuvent être de tout type, et par exemple du type LVDT (Linear Variable Differential Transformer) avec le corps fixé à un équipement de planage et la tige à l'autre. Ils peuvent également être sans contact, par exemple ultrasoniques, à laser, à filtre optique, à réseau de Bragg, etc...

La figure 2 représente l'ensemble des dispositifs mécaniques et
10 électriques associés pour constituer une machine de planage selon l'invention. La partie mécanique de la machine est représentée schématiquement dans une coupe transversale. Le ou les capteurs 6 sont montés sur un côté de la machine, les vérins hydrauliques 3 sont équipés de capteurs 35 permettant la mesure des efforts globaux de planage. Ces vérins sont alimentés par un
15 dispositif classique 8 de pompe et d'accumulateur par l'intermédiaire de deux servo valves ou de deux groupes de servo valves 71, 72 alimentant chaque côté de la machine. Ces servo valves sont commandées par au moins un circuit électronique de contrôle se décomposant en deux circuits électroniques commandant chacun une servo-valve ou un groupe de servo-valves.

20 Dans une installation selon l'invention on réalise une boucle fermée de la valeur mesurée de l'écartement des rouleaux actifs 4, 4' sur la position de référence introduite dans le circuit électronique de commande des servo valves.

Ces circuits électroniques (91,92) qui peuvent être analogiques ou bien des calculateurs numériques comportent des circuits sommateurs et des
25 circuits classiques de contrôle proportionnel, intégral et différentiel dits 'PID'.

Selon une disposition préférentielle de l'invention, les valeurs de références correspondant à l'imbrication souhaitable des rouleaux actifs sont élaborées par un modèle de planage 110 implémenté dans un calculateur de process 100, elles sont introduites dans les circuits électronique de contrôle des
30 servo valves (91, 92) via un étage sommateur / différentiateur 93, 94 qui permet d'introduire une commande de basculement de la machine d'un côté par rapport à l'autre. Les capteurs d'effort 35 sont connectés au calculateur 100

dans lequel sera élaboré une consigne de basculement, celle-ci est sommée à la référence d'imbrication dans le circuit 94 pour être envoyé comme signal de commande pour un côté de la machine, elle est différenciée par rapport au même signal dans le circuit 93 pour être envoyé comme signal de commande pour l'autre côté de la machine.

Par ailleurs, et de manière classique le calculateur 100 est connecté à des appareils d'interface opérateur tels qu'écran et pupitre de commande 101, imprimante et enregistreur 102 de manière à pouvoir commander le fonctionnement de la machine et gérer sa production.

Dans un mode de réalisation plus élaboré de l'invention, par exemple avec un capteur dans la zone d'entrée de la machine et l'autre dans la zone de sortie, le même type de circuit sera utilisé. Les vérins 3 situés du côté entrée et ceux du côté sortie sont alimentés séparément par des servo valves et tous les circuits électroniques 9 décrits plus haut sont doublés pour le contrôle indépendant de chaque zone ; bien entendu c'est le même calculateur 100 qui élabore toutes les références et les distribue sur l'ensemble des circuits électroniques de contrôle.

Dans un autre mode de réalisation, toujours selon l'invention, les organes de support 52 de chacun rouleau d'appui supérieur 5 sont des organes de réglage et permettent de commander individuellement chaque rouleau actif supérieur 4, on réalise de manière individuelle et séparée une mesure de l'écartement entre chacun des rouleaux actifs supérieurs et inférieurs et un dispositif de contrôle similaire à celui décrit est installé pour chaque paire de cylindres actifs.

Dans le cas où les organes de support 52 sont des organes de réglage constitués de vérins hydrauliques, on réalise un dispositif de contrôle (9) du type de celui décrit plus haut pour chaque paire de cylindre actif.

Le calculateur 100 sert à élaborer toutes les consignes et à les distribuer sur tous les circuits de contrôle électroniques 9. Dans ce cas les vérins principaux 3 ne servent plus à ces fonctions et sont utilisés pour régler l'ouverture et la fermeture générale de la machine selon l'épaisseur de la tôle à

planer. L'ondulation exacte souhaitée est obtenue par le réglage de l'imbrication individuelle de chaque rouleau 4 au moyen des dispositifs de réglage 52.

Dans un procédé selon l'invention, on mesure l'écartement des rouleaux actifs 4,4', on compare à la consigne de référence élaborée à l'aide du modèle de planage et on introduit la correction nécessaire de façon à annuler l'erreur résultant des déformations de la machine sous l'effort de planage en agissant sur les moyens de réglage de l'imbrication. La mesure absolue de l'écart des cylindres actifs est obtenue à l'aide des capteurs 6, cette valeur est comparée avec la référence dans les circuits 91 et 92 et le signal résultant sert à commander la servo valve 7 qui permet de déplacer les vérins 3 contrôlant le déplacement de l'équipement de planage.

La référence est obtenue en combinant la cote élaborée par le modèle de planage 110 et la consigne de basculement. Les deux grandeurs sont additionnées dans le circuit 94 pour être appliquées sur un côté de la machine, elles sont soustraites dans le circuit 93 pour être appliquées sur l'autre côté de la machine, de manière à réaliser un basculement équilibré et réparti par côté par rapport à la valeur de l'imbrication théorique nécessaire pour obtenir l'ondulation définie par le modèle.

Dans un mode de réalisation préférentiel de l'invention, on réalise une mesure absolue de l'écart des cylindres actifs 4, 4' dans la zone d'entrée de la machine, et une autre dans la zone de sortie. On compare ces mesures aux consignes de références élaborées à l'aide du modèle de planage pour chacune de ces deux zones et on introduit les corrections nécessaires de façon à annuler les erreurs résultant des déformations de la machine sous l'effort de planage en agissant sur les moyens 3 de réglage de l'imbrication de la zone d'entrée et de la zone de sortie, en agissant de manière séparée par des circuits spécifiques de contrôle des vérins 3 de la zone d'entrée et de ceux de la zone de sortie.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention, on réalise une mesure absolue de l'écart des cylindres actifs 4, 4' pour chaque paire de cylindres actifs. On compare ces mesures aux consignes de références élaborées à l'aide du modèle 110 de planage pour chacune des paires de cylindres actifs et

on introduit les corrections nécessaires de façon à annuler les erreurs résultant des déformations de la machine sous l'effort de planage en agissant sur les moyens 52 de réglage de l'imbrication de chaque paire de cylindres actifs.

Il convient de remarquer que l'équipage de planage inférieur comporte
5 un rouleau de plus que l'équipage de planage supérieur. De ce fait, un rouleau de planage supérieur est toujours en regard de l'espace entre deux rouleaux de planage inférieurs adjacents. Dans ces conditions, ce qu'on appelle « l'écart des cylindres actifs 4, 4' pour chaque paire de cylindres actifs » est la distance entre la tangente horizontale à un rouleau actif supérieur et la tangente aux
10 deux rouleaux inférieurs disposés en dessous du rouleau supérieur. Cet écart peut être mesuré en faisant la moyenne des distance du rouleau supérieur à chacun des deux rouleaux inférieurs correspondants.

Dans tous les cas, et selon le procédé de l'invention, les références d'imbrication élaborées par le modèle de planage 110 sont ajoutées à une
15 consigne de basculement pour commander un côté de la machine, et retranchées pour commander l'autre côté; de manière à réaliser un basculement équilibré et réparti par côté par rapport à la valeur de l'imbrication théorique nécessaire pour obtenir l'ondulation définie par le modèle. Bien entendu, et toujours dans le cadre d'un procédé selon l'invention, si les moyens
20 de réglage individuels de l'imbrication des cylindres actifs 52 sont constitués par une rangée de vérins hydraulique, il sera avantageux de superposer au réglage de l'imbrication de la rangée de vérins, un réglage individuel différentiel de chaque vérin permettant de réaliser un effet de cambrage sur le rouleau actif de manière à obtenir une meilleure répartition de l'effet de planage sur la largeur
25 du produit à planer.

Dans un procédé selon l'invention, les consignes de basculement sont établies lors d'un phase d'équinivelage sur un produit usiné plat et d'épaisseur connue servant de calibre.

On introduit ce produit ou calibre dans la machine et on commande une
30 légère imbrication pour provoquer un serrage des rouleaux actifs sur le produit ou calibre. On mesure alors les efforts de planage induits de chaque côté de la machine, par exemple à l'aide des capteurs d'effort 35 installés sur les vérins 3

lorsque l'on est en présence d'une machine du type décrit sur la figure 2. On commande alors un basculement de façon à équilibrer les efforts d'un côté et de l'autre de la machine, s'ils ne le sont pas au départ, en resserrant le côté de la machine qui génère l'effort le plus petit, et on note la valeur du basculement qui permet d'obtenir l'égalité des efforts de chaque côté. Toute cette séquence est gérée par le calculateur 100 qui permet de mémoriser les valeurs des efforts et celles des basculements produits. Ces valeurs sont ensuite utilisées pendant l'exploitation de la machine en tant que préréglage de basculement pour tous les réglages d'imbrication qui seront déterminés par le modèle installé dans le calculateur 100, et selon le mode de réalisation qui a été décrit précédemment. Ce procédé d'équinivelage est, selon l'invention, utilisé avec tous les modes de réalisation du procédé décrits, c'est à dire qu'il peut être mis en œuvre par les deux groupes des vérins 3 (un groupe pour chaque côté de la machine) dans le cas où on ne dispose que d'un capteur pour la mesure de l'écartement des rouleaux actifs, mais il peut aussi être mis en œuvre en procédant à un équinivelage simultané mais indépendant des vérins 3 de la zone d'entrée et de ceux de la zone de sortie dans le cas où on dispose d'une mesure dans chacune de ces zones.

On peut aussi établir une procédure d'équinivelage équivalente, et toujours selon le procédé de l'invention, dans le mode de réalisation pour lequel les dispositifs support 52 de chaque rouleau actif supérieur 4 est un dispositif constitué d'une rangée de vérins hydrauliques, ainsi que d'une mesure absolue de l'écartement pour chaque paire de rouleaux actifs. La procédure est la même et consiste à commander un basculement de chaque paire de rouleaux actifs jusqu'à l'obtention de l'égalité des efforts appliqués en leur extrémité, et d'utiliser cette valeur de basculement comme consigne pour toute l'exploitation ultérieure de la machine.

Selon un procédé amélioré de l'invention, l'équinivelage est réalisé sur une bande en défilement. On utilise pour cela un produit usiné plat et d'épaisseur connue et constante, on commande une légère imbrication des rouleaux actifs correspondant à une cote un peu inférieure à l'épaisseur du produit qui sert de calibre, et on introduit et on fait défiler le produit dans la

machine. On mesure et on mémorise les efforts générés de chaque côté de la machine et on calcule leur valeur moyenne pendant tout le temps du défilement. L'équinivelage sera alors réalisé en introduisant le basculement qui permettra d'égaliser ces valeurs moyennes.

- 5 Bien entendu, l'invention ne se limite pas aux détails des modes de réalisation qui ont été décrits à titre de simple exemple, des variantes pouvant être utilisées sans s'écarter du cadre des revendications.

Dans un mode de réalisation simplifié dans lequel on installe un seul capteur 6 pour mesurer l'écartement des rouleaux actifs 4,4', par exemple dans
10 la zone centrale de la machine, on peut imaginer introduire un basculement réglable entre la zone d'entrée et la zone de sortie en l'introduisant au niveau des circuits électroniques 9, de manière à obtenir une décroissance du taux de plasticité, qui peut être nécessaire dans certains cas.

En résumé, pour planer une tôle par le procédé selon l'invention, on
15 commence par calculer à l'aide d'un modèle de planage, les écartements que doivent présenter en charge les rouleaux de planage. Le modèle de planage qu'on peut utiliser est par exemple un modèle que l'homme du métier connaît. Un tel modèle calcule le comportement du produit à planer et de la planeuse à partir des caractéristiques géométriques et mécaniques de la tôle à planer et de
20 la planeuse (par exemple : épaisseur et largeur de la tôle, limite d'élasticité à la température de planage du métal dont elle est constituée, éventuellement amplitude et nature des défauts ; nombre de rouleaux planeurs, distance entre rouleaux d'un même équipage, diamètre des rouleaux).

Il permet, par des méthodes que l'homme du métier saura mettre en
25 œuvre, de déterminer un réglage optimal de la planeuse, et ainsi de déterminer des consignes de serrage notamment en entrée et en sortie de planeuse.

Les consignes de réglages peuvent être complétées par des consignes d'équilibrage entre les deux côtés de la planeuse, déterminées par l'opération d'équinivelage.

30 A l'aide des consignes de réglages, éventuellement complétées par les consignes d'équilibrage, on réalise d'abord un préréglage à vide de la planeuse, puis, au cours du planage (lorsque la planeuse est en charge), on régule les

écartements des rouleaux actifs tels qu'ils sont mesurés pour qu'ils restent sensiblement égaux aux valeurs de consigne.

Les signes de référence insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont pour seul but de faciliter la

5 compréhension de ces dernières et n'en limitent aucunement la portée.

REVENDICATIONS

1. Procédé d'augmentation de la précision du contrôle de la trajectoire du produit dans une machine à planer du type comportant une cage de soutien
5 fixe (1), deux équipages de planage à rouleaux parallèles, placés respectivement au-dessus (2) et en dessous (2') de la bande, les dispositifs nécessaires au réglage de l'imbrication des rouleaux (3,52), des moyens de mesure (35) des efforts de planage au moins des deux côtés de la machine, caractérisé par le fait qu'un modèle théorique (110) de préréglage donne au
10 moins une valeur de référence pour le préréglage des imbrications et que, au cours du planage, l'on mesure directement au moins une valeur de l'écartement des rouleaux de planage, que l'on compare aux valeurs de référence et que l'on agit sur les organes de réglage de la position des rouleaux de planage (3,52) pour maintenir les valeurs mesurées égales aux valeurs de la référence avec
15 une précision accrue de manière à maintenir la trajectoire du produit à planer à l'intérieur de la machine conformément à l'ondulation prévue par le modèle (110) pour réaliser le planage.

2. Procédé d'augmentation du contrôle de la trajectoire du produit dans une machine à planer selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on
20 réalise deux mesures de la valeur de l'écartement des rouleaux de planage, une première à l'entrée de la machine et, respectivement, une seconde à la sortie de la machine, que l'on compare chacune de ces mesures à la valeur de référence donnée par le modèle (110) et que l'on agit sur les organes de réglage (3,52) de la position des rouleaux de planage en entrée et
25 respectivement en sortie de la machine pour maintenir la valeur mesurée égale à la valeur de la référence avec une précision accrue de manière à pouvoir réaliser la décroissance du taux de plastification prévue par le modèle (110) pour réaliser le planage.

3. Procédé de contrôle de la trajectoire du produit dans une machine à
30 planer selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on réalise une mesure de la valeur de l'écartement de chacun des rouleaux de planage (4,4') que l'on

compare chacune de ces mesures à la valeur de référence donnée par le modèle (110) et que l'on agit sur les organes de réglage (3) individuels de la position de chacun des rouleaux de planage pour maintenir la valeur mesurée égale à la valeur de la référence avec une précision accrue de manière à
5 réaliser l'ondulation et la décroissance du taux de plastification prévues par le modèle (110) pour réaliser le planage.

4. Procédé de contrôle de la trajectoire du produit dans une machine à planer selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on procède à un équinivelage des rouleaux actifs sur une tôle usinée
10 plane d'épaisseur connue en modifiant de façon différentielle la position des rouleaux actifs par un basculement latéral d'un côté sur l'autre de manière à obtenir l'égalité des efforts de planage des deux côtés de la machine mesurés par les dispositifs de mesure (35).

5. Procédé de contrôle de la trajectoire du produit dans une machine à planer selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'équinivelage est réalisé
15 sur une tôle en défilement en modifiant de façon différentielle la position des rouleaux actifs par un basculement latéral d'un côté sur l'autre et que l'on procède à l'égalisation des moyennes des efforts enregistrés par les dispositifs de mesure (35) de chaque côté pendant ledit défilement.

20 6. Installation de planage à rouleaux parallèles pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comportant une cage de soutien fixe (1), deux équipages de planage à rouleaux parallèles, placés respectivement au-dessus (2) et en dessous (2') de la bande, des dispositifs (3,52) nécessaires au réglage de l'imbrication des rouleaux (4,4') et
25 des moyens de mesure (35) des efforts de planage au moins de chaque côté de la machine, caractérisée en ce que l'installation est pourvue d'au moins un dispositif (6, 6') permettant la mesure directe de la valeur de l'écartement des rouleaux de planage en au moins un point.

7. Installation de planage à rouleaux parallèles selon la revendication 6,
30 caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un dispositif électronique (9)

permettant d'asservir l' écartement mesuré des rouleaux de planage à la valeur théorique donnée par le modèle (110) en agissant sur les dispositifs (3) de réglage de l'imbrication.

8. Installation de planage à rouleaux parallèles selon la revendication 7, caractérisée en ce que les dispositifs de réglage de l'imbrication (3) sont à commande hydraulique.

9. Installation de planage à rouleaux parallèles selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'installation est pourvue d'un dispositif permettant la mesure directe de la valeur de l'écartement des rouleaux de planage en au moins deux points, l'un (6) situé dans la zone d'entrée de la machine et l'autre (6') situé dans la zone de sortie.

10. Installation de planage à rouleaux parallèles selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'elle comporte au moins un dispositif électronique (9) permettant d'asservir l'écartement mesuré des rouleaux de planage situés dans la zone d'entrée de la machine et respectivement dans la zone de sortie à la valeur théorique donnée par le modèle (110) pour l' écartement des rouleaux situés dans la zone d'entrée de la machine et respectivement dans la zone de sortie en agissant de manière indépendante sur les dispositifs de réglage de l'imbrication (3) des rouleaux de chacune des zones respectivement d'entrée et de sortie.

11. Installation de planage à rouleaux parallèles selon la revendication 10, caractérisée en ce que les dispositifs de réglage (3) des imbrications sont à commande hydraulique.

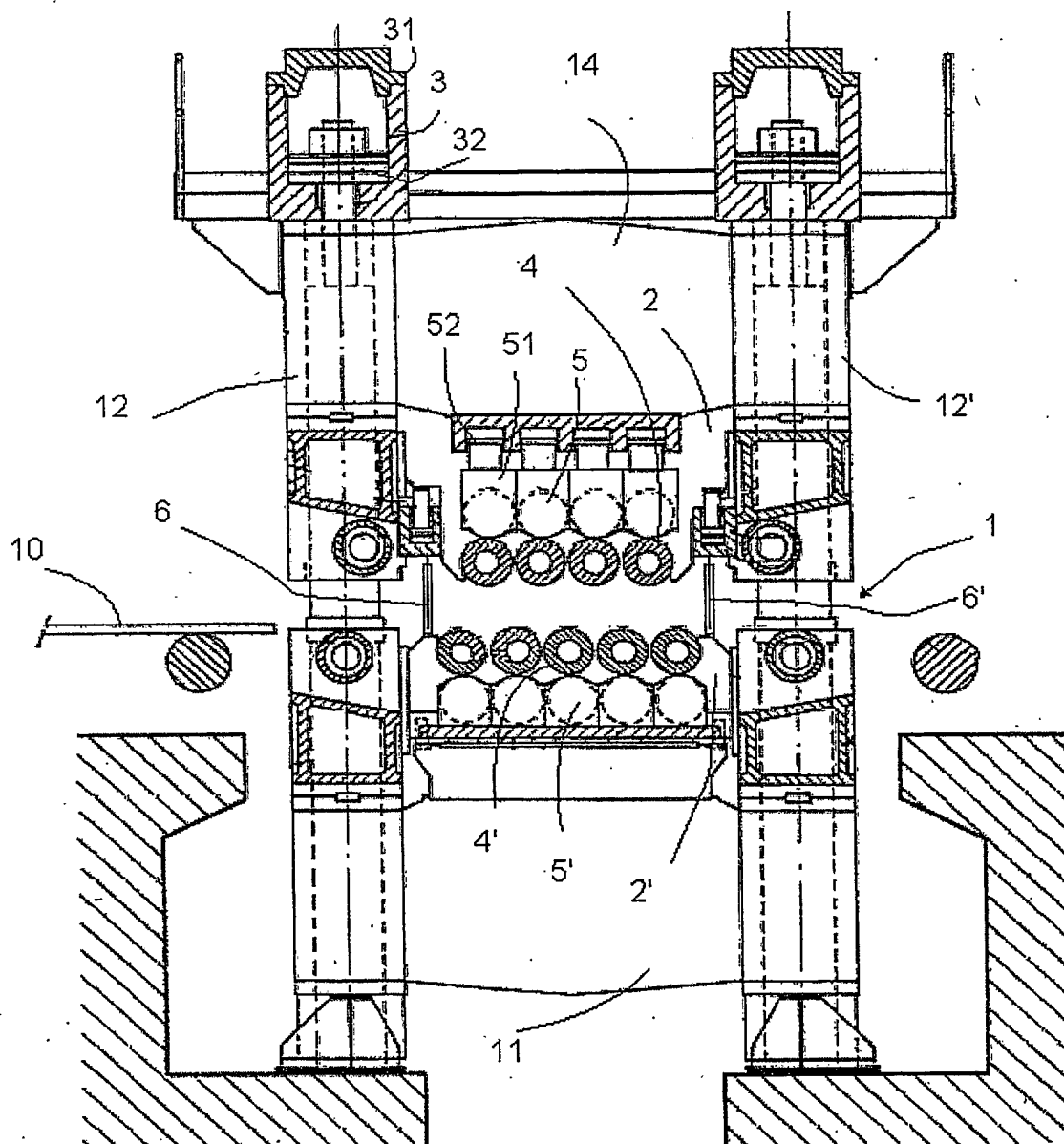
12. Installation de planage à rouleaux parallèles selon la revendication 6, caractérisée en ce que l'installation est pourvue d'un dispositif (6,6') permettant la mesure directe et séparée de la valeur de l'écartement de chaque paire de rouleaux actifs de planage (4,4').

13. Installation de planage à rouleaux parallèles selon la revendication 12, caractérisée en ce qu'elle comporte un moyen de réglage individuel de la position de chaque rouleau de planage, et au moins un dispositif électronique

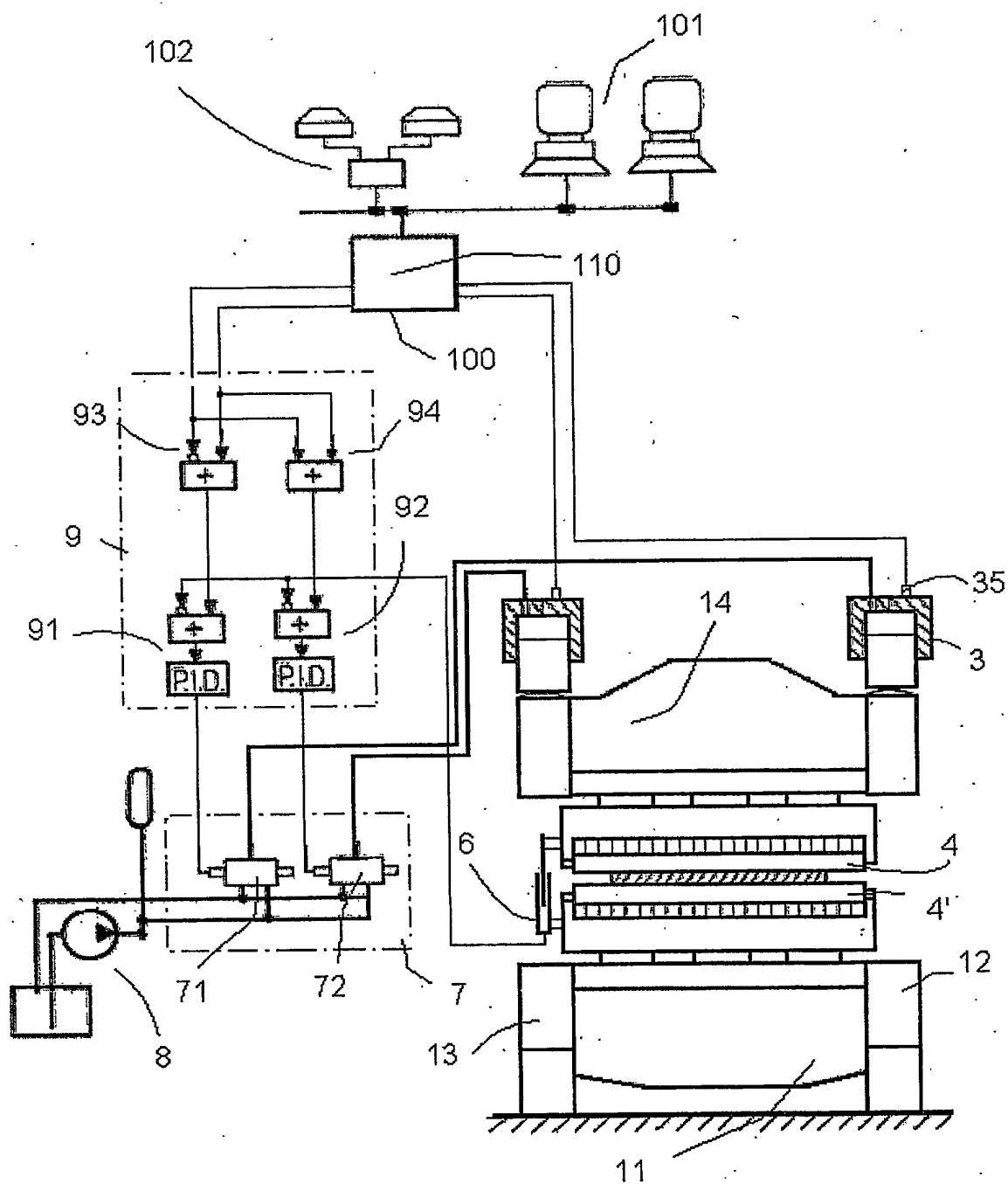
(9) permettant d'asservir l'écartement mesuré de chacun des rouleaux de planage à la valeur théorique donnée par le modèle (110) pour l'écartement de chacun de ces rouleaux en agissant de manière indépendante sur leur dispositif (52) de réglage de l'imbrication.

5 14. Installation de planage à rouleaux parallèles selon la revendication 13, caractérisée en ce que le dispositif (52) de réglage de l'imbrication de chaque rouleau (4) est à commande hydraulique.

10 15. Installation de planage à rouleaux parallèles selon l'une quelconque des revendications 8, 11 ou 14 caractérisée en ce que le ou les dispositifs électroniques (9) permettant d'asservir l'écartement mesuré des rouleaux de planage à la valeur théorique donnée par le modèle (110) qu'elle comporte, permet de régler un basculement latéral différentiel des rouleaux d'un côté par rapport à l'autre sur une valeur de consigne



- Fig.1 -



- Fig.2 -

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR2004/002457

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B21D1/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B21D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 2 732 913 A (CLECIM SA) 18 October 1996 (1996-10-18) cited in the application the whole document	1-15
A	US 4 730 472 A (ELLIS ROBERT H) 15 March 1988 (1988-03-15) the whole document	1-15
A	EP 0 570 770 A (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 24 November 1993 (1993-11-24)	
A	US 4 454 738 A (BUTA JOHN R) 19 June 1984 (1984-06-19)	
A	FR 2 816 856 A (USINOR) 24 May 2002 (2002-05-24)	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the International search

4 February 2005

Date of mailing of the International search report

15/02/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Ris, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002457

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2732913	A	18-10-1996	FR 2732912 A1	18-10-1996
			FR 2732913 A1	18-10-1996
			CA 2192828 A1	17-10-1996
			CN 1155855 A ,C	30-07-1997
			CZ 9603673 A3	17-12-1997
			DE 69616716 D1	13-12-2001
			DE 69616716 T2	13-06-2002
			EP 0765196 A1	02-04-1997
			WO 9632212 A1	17-10-1996
			JP 10501470 T	10-02-1998
			US 5758533 A	02-06-1998
US 4730472	A	15-03-1988	NONE	
EP 0570770	A	24-11-1993	DE 4216686 A1	25-11-1993
			AT 156046 T	15-08-1997
			DE 59306992 D1	04-09-1997
			EP 0570770 A1	24-11-1993
			ES 2106222 T3	01-11-1997
US 4454738	A	19-06-1984	CA 1209674 A1	12-08-1986
FR 2816856	A	24-05-2002	FR 2816856 A1	24-05-2002
			AT 267061 T	15-06-2004
			AU 2306602 A	27-05-2002
			BR 0115406 A	07-10-2003
			CA 2428496 A1	23-05-2002
			CN 1486225 T	31-03-2004
			CZ 20031345 A3	14-01-2004
			DE 60103423 D1	24-06-2004
			EP 1333941 A2	13-08-2003
			ES 2221660 T3	01-01-2005
			WO 0240191 A2	23-05-2002
			JP 2004513788 T	13-05-2004
			PL 360715 A1	20-09-2004
			TR 200401623 T4	23-08-2004
			US 2004089044 A1	13-05-2004

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR2004/002457

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B21D1/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 B21D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 2 732 913 A (CLECIM SA) 18 octobre 1996 (1996-10-18) cité dans la demande le document en entier	1-15
A	US 4 730 472 A (ELLIS ROBERT H) 15 mars 1988 (1988-03-15) le document en entier	1-15
A	EP 0 570 770 A (SCHLOEMANN SIEMAG AG) 24 novembre 1993 (1993-11-24)	
A	US 4 454 738 A (BUTA JOHN R) 19 juin 1984 (1984-06-19)	
A	FR 2 816 856 A (USINOR) 24 mai 2002 (2002-05-24)	

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

4 février 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

15/02/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Ris, M

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR2004/002457

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2732913	A	18-10-1996	FR 2732912 A1	18-10-1996
			FR 2732913 A1	18-10-1996
			CA 2192828 A1	17-10-1996
			CN 1155855 A ,C	30-07-1997
			CZ 9603673 A3	17-12-1997
			DE 69616716 D1	13-12-2001
			DE 69616716 T2	13-06-2002
			EP 0765196 A1	02-04-1997
			WO 9632212 A1	17-10-1996
			JP 10501470 T	10-02-1998
			US 5758533 A	02-06-1998
US 4730472	A	15-03-1988	AUCUN	
EP 0570770	A	24-11-1993	DE 4216686 A1	25-11-1993
			AT 156046 T	15-08-1997
			DE 59306992 D1	04-09-1997
			EP 0570770 A1	24-11-1993
			ES 2106222 T3	01-11-1997
US 4454738	A	19-06-1984	CA 1209674 A1	12-08-1986
FR 2816856	A	24-05-2002	FR 2816856 A1	24-05-2002
			AT 267061 T	15-06-2004
			AU 2306602 A	27-05-2002
			BR 0115406 A	07-10-2003
			CA 2428496 A1	23-05-2002
			CN 1486225 T	31-03-2004
			CZ 20031345 A3	14-01-2004
			DE 60103423 D1	24-06-2004
			EP 1333941 A2	13-08-2003
			ES 2221660 T3	01-01-2005
			WO 0240191 A2	23-05-2002
			JP 2004513788 T	13-05-2004
			PL 360715 A1	20-09-2004
			TR 200401623 T4	23-08-2004
			US 2004089044 A1	13-05-2004